

تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی در دوران ریکاوری بر شاخص NLR و پلاکت خون افراد بهبودیافته از بیماری کووید-۱۹

حمید رجیبی^{۱*}، محمد رحیمی^۲، سهیلا بینا باجی^۲، عارف باسره^۳

۱- استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲- کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۳- دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

* نشانی نویسنده مسئول: تهران، خیابان شهید مفتاح نرسیده به انقلاب، پلاک ۴۳

Email: hrajabi@khu.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۳

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۳۱

چکیده

مقدمه و هدف: اختلال در شاخص نسبت نوتروفیل به لنفوسیت (NLR) و تعداد پلاکت‌های خونی و ماندگاری آن یکی از عوارض بیماری کووید-۱۹ می‌باشد. تمرین ورزشی دارای فشار متابولیکی و مکانیکی (تمرین ترکیبی) مناسب، یک عامل تنظیمی برای شاخص NLR و باعث افزایش پلاکت‌ها می‌شود. هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین ترکیبی در دوران ریکاوری بر شاخص NLR و پلاکت خون افراد بهبودیافته از بیماری کووید-۱۹ بود.

مواد و روش‌ها: تعداد ۲۷ فرد بهبود یافته از بیماری کووید-۱۹ با میانگین سنی 35 ± 7 سال و شاخص توده بدنی 26.48 ± 3.18 کیلوگرم بر متر مربع به روش منطبق در دو گروه تمرین ترکیبی (۱۴ نفر) و گروه کنترل (۱۳ نفر) قرار گرفتند. افراد گروه تمرین ۳ جلسه در هفته، به مدت ۸ هفته تمرینات ترکیبی را اجرا کردند. یک روز قبل از اولین جلسه تمرین و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین در هفته‌های چهارم و هفتم هشتم نمونه خون از آزمودنی‌ها گرفته شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری آنوا با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) استفاده شد.

یافته‌ها: میزان شاخص NLR و پلاکت خون پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی گرچه بهبودی نسبی یافتند، اما از نظر آماری معنادار نشدند. آزمون بونفرونی نشان داد بین تمامی هفته‌ها اثر زمان معنادار بوده است ($P < 0.05$). همچنین تغییرات وزن و شاخص توده بدنی بهبود غیرمعناداری را نشان داد.

بحث و نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین ورزشی ترکیبی تا حدودی می‌تواند سبب تقویت و تسریع برگشت سیستم ایمنی بدن به وضعیت طبیعی آن در افراد بهبودیافته از بیماری کووید-۱۹ شود.

واژه‌های کلیدی: بیماری کووید-۱۹، تمرین ترکیبی، ریکاوری، شاخص NLR، پلاکت خون

مقدمه

سراسر سیستم بدن به ویژه سیستم ایمنی همراه است (۲)، که آسیب‌های متعددی را حتی پس از بهبودی نسبی در بسیاری از افراد ایجاد می‌کند. بر همین اساس، ارزیابی هر گونه تغییر در عملکرد سیستم ایمنی بدن و نشانگرهای خونی این بیماران، مورد توجه محققین قرار گرفته است (۳).

همه بیماران مبتلا به کووید-۱۹ تغییرات کمی و مورفولوژیک قابل توجهی در گلبول‌های سفید خون را نشان

ویروس جدید کرونا یا همان کووید-۱۹ در دسامبر ۲۰۱۹ شیوع پیدا کرد و در ۱۲ ژانویه ۲۰۲۰، توسط سازمان بهداشت جهانی^۱ به رسمیت شناخته شد (۱). علیرغم مرگ‌آور بودن این بیماری برای برخی از مبتلایان که دچار مشکلات زمینه‌ای هستند، کووید-۱۹ با طیف وسیعی از بیماری‌های بالینی در

1. World Health Organization

تغییرات مشاهده شده در نشانگرهای سیستم ایمنی، نشان دهنده آن است که استفاده از تمرین ورزشی، می‌تواند در بهبود سازگاری‌های آنابولیکی و سیستم ایمنی سودمند باشد (۱۲). انجام تمرینات ترکیبی می‌تواند به طور موثرتری نسبت به تمرینات بازتوانی متداول باعث افزایش بیشتر بیان ژن ABCA1 لنفوسیت خون در مردان میانسال پس از عمل بای پس عروق کرونر شود (۱۳). همچنین تاثیر کوتاه مدت تمرین ترکیبی استقامتی-قدرتی بر توزیع مجدد زیرگروه های لکوسیتی از جمله گلبول‌های سفید خون مردان ورزشکار گزارش شده است (۱۴). بالاخره در پژوهشی که تاثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی بر نشانگرهای زیستی، میزان لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌های زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بررسی شده بود، اثر بخشی این نوع تمرین معنادار گزارش گردید (۱۹).

در مجموع، مطالعات متعدد نشان داده است که انواع تمرینات ورزشی به ویژه تمریناتی که فشار متابولیکی و مکانیکی (تمرین ترکیبی) مناسب داشته باشد، یک تنظیم کننده قوی سلول‌های ایمنی است و ممکن است به عنوان یک راهکار پیشگیرانه و غیر دارویی علاوه بر مدیریت فارماکولوژیک در زمینه بهبود سیستم ایمنی در بیماری‌های عفونی و التهابی باشد. در حقیقت، تمرین ورزشی می‌تواند سبب مدیریت و تنظیم نوتروفیل گردد که تغییرات آن به شدت تمرین ورزشی هم واکنش نشان می‌دهد (۱۵). سازگاری بر اثر تمرین ورزشی نشان از آن دارد که می‌تواند نوتروفیل‌ها را کاهش دهد (۱۶).

همچنین، تحقیقات نشان می‌دهند انجام تمرینات ورزشی می‌تواند فعالیت پلاکت‌ها را افزایش دهد و سبب تنظیم سطح پلاکت خون گردد (۱۷). افزون بر این، تمرین ورزشی با شدت کم تا متوسط می‌تواند برای بیماران مبتلا به کووید-۱۹ خفیف تا متوسط یک درمان کمکی باشد و خطر علائم شدید بیماری، که با افزایش مرگ و میر همراه است را کاهش دهد (۱۸). بنابراین این موضوع می‌تواند برای افراد مبتلا به کووید-۱۹ که دوره بهبودی طولانی مدت دارند (۱۹) یا ناهنجاری‌های رادیولوژیکی و فیزیولوژیکی تا ۳ ماه پس از ترخیص را دارند، راهکار مناسبی باشد. با این وجود در بیماران کووید-۱۹ پیگیری و پایش طولانی مدت برای مدیریت مناسب عوارض مداوم یا درازمدت را ضروری سازد (۲۰).

با توجه به مطالب بالا می‌توان پیش‌بینی کرد، تمرین ورزشی مناسب قادر است با بهبود نسبت نوتروفیل به لنفوسیت

داده‌اند که باتوجه به شدت بیماری از خفیف تا شدید متفاوت است. در این راستا، بیماری شدیدتر با نوتروفیلی و لنفوپنی قابل توجهی همراه است که در بیماران بدحال بیشتر نمود داشته است (۴). نوتروفیل در بیماران کرونایی با شدت بیماری ارتباط مستقیمی دارد و این فاکتور تا چند روز روند افزایشی را نشان می‌دهد و بالعکس لنفوسیت‌ها در بیماران کرونایی کاهش می‌یابد (۵). در همین راستا، نسبت نوتروفیل به لنفوسیت (NLR)^۱، اندازه‌گیری معتبری از شمارش سلول‌های سفید خون و یک آزمون قابل تجدیدپذیر و ارزان است که می‌تواند به عنوان یک نشانگر از اختلالات التهابی در این بیماران مورد بررسی قرار گیرد (۶). افزایش NLR در دوران اوج بیماری به وضوح دیده شده است و این اختلال تا مدتی پس از شروع بیماری در بیماران نمایان بوده است و پس از چندین روز و به مرور زمان، روند کاهشی را طی می‌کند (۷). به همین دلیل، شاخص NLR برای تمایز و پیش‌بینی بیماران در طول چند هفته پس از شروع کووید-۱۹ ارزشمند است (۴). همچنین، تعداد پلاکت‌ها نیز الگوی مشابهی با NLR نشان می‌دهد به گونه‌ای که مطالعات نشان داده‌اند تعداد پلاکت‌ها به طور معنی داری در بیماران مبتلا به کووید-۱۹ کاهش یافته است (۸). به نظر می‌رسد این کاهش می‌تواند ترومبوسیتوپنی (یا کاهش تعداد پلاکت‌ها) مشاهده شده در بیماران کووید-۱۹ را تشریح کند (۹). مکانیزم ترومبوسیتوپنی وابسته به تعدادی از عوامل در سندرم شدید حاد تنفسی است و به ترکیبی از عفونت ویروسی و تهویه مکانیکی اشاره دارد که منجر به آسیب اندوتلیال، فعال شدن پلاکت‌ها، تجمع و تشکیل شدن لخته خون^۲ در ریه و مصرف بالای پلاکت‌ها می‌شود (۵). در حقیقت، ترومبوسیتوپنی ممکن است ناشی از مصرف بالای پلاکت‌ها در بیماران کووید-۱۹ با توجه به شباهت مکانیسم ترومبوسیتوپنی در کووید-۱۹ و سارس (SARS)^۳ باشد (۱۰). در مجموع، این بیماری می‌تواند اثرات مخربی را در بیماران به همراه داشته باشد و روند بهبودی آن‌ها را طولانی‌تر کند. بنابراین کنترل و بهبود این شاخص‌ها می‌تواند در روند بهبودی این بیماران امیدبخش و مفید واقع گردد. در این راستا، مشخص شده است که تمرین ورزشی با شدت متوسط قادر است؛ سبب افزایش لنفوسیت‌ها در افراد سالم شود (۱۱).

1. Neutrophil-Lymphocyte Ratio
2. Thrombosis
3. Severe acute respiratory syndrome

پژوهش (عدم حضور در انجام آزمون‌ها) پس از ۸ هفته تمرین یک نفر از گروه کنترل خارج گردید.

بعد از توضیح دادن شرایط و مراحل پژوهش، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه را کامل کردند و در دو گروه تمرین (۱۴ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) به روش منطبق تقسیم شدند. پنج روز قبل از شروع پروتکل تمرینی و در یک جلسه، آزمودنی‌ها به صورت کامل با نحوه اجرای پژوهش و آزمون‌ها آشنا شدند.

با توجه به اینکه در پژوهشی کارایی شش هفته تمرین ترکیبی با شدت متوسط بر آمادگی قلبی-عروقی و عضلانی و کیفیت زندگی ۱۳۳ بیمار بهبود یافته از سارس نشان داده شده بود (۲۲)، انتخاب ۶ هفته تمرین منطقی به نظر می‌رسید ولی جهت اطمینان بیشتر و طراحی میان آزمون (پس از ۴ هفته)، دوره تمرین ۸ هفته در نظر گرفته شد. برنامه تمرینی شامل ۸ هفته تمرینات ترکیبی و با تواتر سه جلسه در هفته بود که تمرین در ساعت ۱۹ در روزهای زوج و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه بر روی گروه تمرینی در مجموعه ورزشی شهدای خلیج فارس بوشهر توسط چهار نفر ثابت (دو خانم و دو آقا) اجرا شد. برنامه جلسات تمرین بصورت ۱۰ دقیقه گرم کردن، بدنه اصلی تمرین و ۵ دقیقه سرد کردن بود. بدنه اصلی تمرین شامل ۴۵ دقیقه ترکیبی از تمرینات مقاومتی، هوازی و عملکردی بود که در دو قسمت ۴ هفته‌ای و در هر ۴ هفته (۱۲ جلسه)، دو برنامه تمرینی برنامه ریزی شده (فرد و زوج)؛ به صورت تناوبی (نسبت ۱ به ۱ تا ۱ به ۲) انجام گرفت. جهت تنوع و عدم یکنواختی در هر برنامه تمرینی ۴ هفته‌ای برای جلسات فرد (جلسات ۱، ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱) و برای جلسات زوج (جلسات ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲) برنامه تمرینی جدا در نظر گرفته شد (جدول‌های ۲ و ۳).

طراحی تمرین با هدف بهره مندی از فشار متابولیکی و فشار مکانیکی و استفاده از تمام قسمت‌های بدن زیر نظر و تایید متخصص علم تمرین انجام گرفت و اجرایی بودن برنامه تمرین در جلسات آزمایشی مورد تایید قرار گرفت. با توجه به اینکه افراد تازه از بیماری بهبود یافته بودند در جلسات ابتدایی تمرینات با فشار پایین و با استفاده از وزن بدن یا قسمتی از آن و بصورت کاملاً کنترل شده انجام شد و به مرور با توجه به فاصله گرفتن افراد از دوره بیماری و همچنین اصول تمرین همچون اضافه بار، تنوع، نشاط و مشارکت، وسایلی مثل دمبل سبک، کش مقاومتی، مدیسن بال، سوییس بال، استپ و صفحه

و فعالیت پلاکت خون جزو گزینه‌ها و راهبردهای مناسب برای تسریع در ریکاوری بهبود یافتگان کووید-۱۹ و جلوگیری از علائم احتمالی پیش‌رو مورد توجه قرار گیرد. به هر حال در این خصوص مطالعه‌ای تا کنون انجام نگرفته است. بنابراین سوال تحقیق بر این اساس شکل گرفت که آیا یک دوره تمرین ترکیبی در دوران ریکاوری بهبود یافتگان از بیماری کرونا می‌تواند در تسریع بهبود نسبت نوتروفیل به لنفوسیت و پلاکت خون مؤثر باشد یا خیر؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی، با روش نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری شامل ۲۸ نفر بهبودیافته از بیماری کووید-۱۹ بودند که بر اساس نمونه از بین افراد داوطلب بهبودیافته بیماری کووید-۱۹ با محدوده سنی ۲۰ تا ۴۵ سال از هر دو جنسیت مرد و زن از درمانگاه نبی‌اکرم (ص) بوشهر انتخاب شدند (جدول ۱). حجم نمونه از طریق نرم‌افزار G*Power و در نظر گرفتن اندازه اثر ۰/۲۵ و توان آزمون ۰/۸ که برگرفته از مقالات مربوط و اطلاعات مربوط به پژوهش‌های علوم ورزشی تعیین شد (۲۱). طبق نظر پزشک، افرادی که از مرحله خطرناک بیماری عبور کرده بودند و به بهبودی اولیه رسیده بودند، می‌توانستند برای ریکاوری کامل‌تر و بهتر وارد پژوهش شوند. لازم به ذکر است که مدت سپری شده از تست مثبت PCR آزمودنی‌ها در بازه زمانی ۱۰ تا ۳۰ روز بود. همچنین شدت بیماری آن‌ها طبق نتیجه PCR و علائم بیماری کم تا متوسط بود که توسط پزشک ناظر مشخص گردید. میزان درگیری ریه نیز برای شروع مرحله اجرایی تحقیق کمتر از ۱۰ درصد (بسیار خفیف یا خفیف که این شاخص توسط پزشک ناظر با استفاده از معاینات بالینی تایید شد) بود. همچنین با استفاده از پرسشنامه سلامت مشخص شد که آزمودنی‌ها مصرف دخانیات و الکل نداشتند، دارای بیماری‌های سرطان، قلبی عروقی و دیابت نبودند. همچنین هیچکدام از آزمودنی‌ها در طول دوره پژوهش از دارو و مکمل خاصی که بر نتیجه تحقیق تأثیرگذار باشد؛ استفاده نکردند. شرایط خروج آزمودنی‌ها از پژوهش عبارت بود از: عدم همکاری و علاقمندی آزمودنی برای ادامه کار در هر زمانی از اجرای پژوهش، بیش از ۴ جلسه غیبت داشتن در جلسات تمرین، عدم شرکت در پس‌آزمون‌ها و نظر پزشک ناظر مبنی بر خروج از پژوهش. با توجه به شرایط

هالتر اضافه گردید. جهت کنترل میزان شدت تمرینات از مقیاس ۱۰ ارزشی بورگ استفاده شد (۲۳).

تمامی خونگیری‌ها و آزمون‌های ورزشی ۴۸ ساعت قبل و بعد از مداخله ورزشی در مرکز تحقیقات طب عفونی و گرمسیری خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی بوشهر توسط دو فرد ثابت (یک پرستار و یک مربی ورزشی) انجام گرفت. در ابتدا از هر آزمودنی ۵ سی سی خون از ورید بازویی دست چپ توسط مسئول خونگیر آزمایشگاه گرفته شد. نمونه‌های خون در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۲۰۰۰ و به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند و بعد از جداسازی سطوح سرم خونی، بی‌وقفه در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد فریز شدند. نمونه‌های خونی شامل نوتروفیل و لنفوسیت به روش چشمی یا میکروسکوپ نوری و رنگ آمیزی گیمسا توسط دستگاه فول دیف مدل میندری^۱ (BC5300) ساخت کشور چین، زیر نظر متخصص آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین شاخص NLR توسط فرمول نسبت نوتروفیل به لنفوسیت محاسبه گردید (۲۴).

جهت رعایت موارد اخلاقی و جلب اطمینان آزمودنی‌ها و رعایت نکات ایمنی، تمام جلسات با حضور پزشک ناظر بر

پژوهش صورت پذیرفت. مراحل انجام پروتکل تمرینی با استفاده از شیوه‌نامه‌های بهداشتی اعم از زدن ماسک و رعایت فاصله اجتماعی صورت پذیرفت. محل اجرای پروتکل تمرینی و وسایل مورد استفاده، قبل و بعد از اجرا به صورت کامل ضدعفونی شد. همچنین محل مذکور از تهویه مناسب بهره مند بود. تمامی مراحل خونگیری در آزمایشگاه و توسط فرد متخصص و با رعایت کلیه ضوابط قانونی انجام شد. اجازه خروج افراد در تمامی مراحل برعهده شرکت‌کنندگان گذاشته شد. همچنین تمام موارد اخلاقی این پژوهش توسط پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی بررسی و با شناسه اخلاق IR.SSRC.REC.1400.041 مصوب گردید.

روش های آماری

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک بررسی شد، پس از مشخص شدن طبیعی و همگن بودن توزیع داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (۲×۳) و همچنین از آزمون تی تست برای تفاوت بین گروه‌ها در پیش آزمون استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و آزمون تعقیبی بونفرونی انجام گرفت و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها

شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	جنسیت		گروه
				آقا (تعداد)	خانم (تعداد)	
۲۵/۴۷±۱/۷۵	۱۶۵/۹۳±۸/۱۰	۷۰/۴۵±۱۰/۱۷	۳۵/۹۳±۷/۴۵	۸	۶	تمرین
۲۷/۵۶±۴/۰۲	۱۷۱/۹۲±۹/۷۷	۸۲/۳۰±۱۸/۱۷	۳۵/۳۸±۶/۸۹	۵	۸	کنترل

جدول ۲. برنامه تمرینی ۴ هفته اول

جلسات فرد (۱،۳،۵،۷،۹،۱۱)				جلسات زوج (۲،۴،۶،۸،۱۰،۱۲)			
شدت (RPE)	زمان/ تکرار	نوبت	تمرین	شدت (RPE)	زمان/ تکرار	نوبت	تمرین
							بالارفتن/پایین آمدن از استپ ضربه پا رویه جلو طرفین استپ بالارفتن/پایین آمدن از استپ بالا آوردن زانو متناوب استپ بالارفتن/پایین آمدن از استپ ضربه به پشت طرفین استپ بالارفتن/پایین آمدن از استپ جابجایی پا روی استپ بالارفتن/پایین آمدن از استپ اسکات پرشی استپ
۳-۵	۳۰ ثانیه	۳	درج‌ازدن+دویدن به طرفین	۳-۵	۱۰ دقیقه	۱	
	۳۰ ثانیه	۳	زانوعقب+ دویدن به طرفین				
۳-۵	۳۰ ثانیه	۳	زانوبلند+ دویدن به طرفین				
	۳۰ ثانیه	۳	پروانه+ دویدن به طرفین				
	۳۰ ثانیه	۳	دویدن به طرفین با علامت				
۳-۵	۶۰ ثانیه	۳	ایستادن تک پا روی استپ دمبل دردست	۳-۵	۳۰ ثانیه	۳	پلانک روی سوییس بال
۳-۵	۳۰ ثانیه	۳	نگه داشتن لانگز، توپ سوییس بال در دست	۳-۵	۶۰ ثانیه	۳	ایستادن تک پا روی استپ و گرفتن توپ تنیس
				۳-۵	۳۰ ثانیه	۳	گام ریز به همراه جاخالی دادن از توپ
	۱۰+۱۰		جلوبازو دمبل+جلوبازو چکشی	۱۰+۱۰			جلوبازو دمبل+جلوبازو چکشی
	۱۰		اسکات سومو دمبل	۱۰			اسکات سومو دمبل
۳-۵	۱۰+۱۰	۳	نشر از جانب+ نشر از جلو دمبل	۳-۵	۱۰+۱۰	۳	نشر از جانب+ نشر از جلو دمبل
	۱۰		شنا سوئدی	۱۰			شنا سوئدی
				۳-۵	۶۰ ثانیه	۳	پلانک کرانچ معکوس

جدول ۳. برنامه تمرینی ۴ هفته دوم

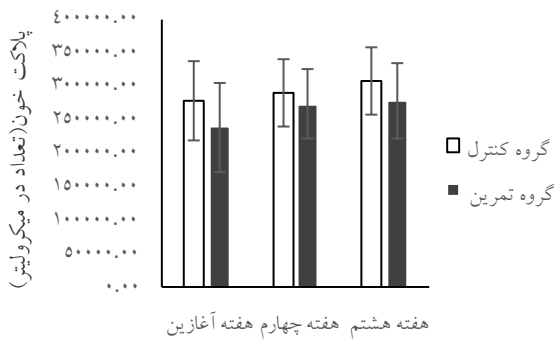
جلسات فرد (۱،۳،۵،۷،۹،۱۱)				جلسات زوج (۲،۴،۶،۸،۱۰،۱۲)			
شدت (RPE)	زمان/تکرار	نوبت	تمرین	شدت (RPE)	زمان/تکرار	نوبت	تمرین
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	پرس سینه دمبل + فلای دمبل روی سوییس بال	۴-۷	۱۰ دقیقه	۱	بالارفتن/پایین آمدن از استپ بالا آوردن زانو و لمس مچ پا استپ بالا آوردن زانو در طرفین استپ بالارفتن/پایین آمدن از استپ پروانه در حالت شنا استپ پروانه + پرش جفت روی استپ کوهنورد استپ لمس استپ با پا متناوب
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	جلوبارو دمبل + سرشانه دمبل پرسی	۴-۷	۳۰ ثانیه	۳	حرکت تک پا به طرفین با یار تمرینی
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	لانگز متناوب از جلو و بغل	۴-۷	۳۰ ثانیه	۲	حالت شنا پا روی سوییس بال
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	نشر از جلو صفحه + پرس صفحه در سینه	۴-۷	۳۰ ثانیه	۲	حالت شنا ضربه متناوب پا روی سوییس بال
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	زیربغل خم دمبل	۴-۷	۳۰ ثانیه	۲	حرکت روی حالت شنا پا روی سوییس بال
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	پل باسن با دمبل	۴-۷	۳۰ ثانیه	۳	بالا آوردن زانو و بردن زانو به عقب
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	نشر از جلو دست عکس دمبل + نشر از جانب دمبل	۴-۷		۳	دویدن سرعت ۱۰×۸ متر
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	پشت بازو ایستاده از بالای سر	۴-۷		۳	گرفتن یار تمرینی دور دایره
۴-۷	۱۲ تکرار	۳	اسکات عمیق + ساق ایستاده	۴-۷	۱۲ تکرار	۳	شکم کرانچ شکم فلانر کیک شکم زانو جمع به طرفین شکم خوابیده لمس مچ پا پلانک از بغل

استراحت بین هرست ۳۰ تا ۶۰ ثانیه و بین هر حرکت، ۲-۵ دقیقه و زمان کل تمرین، یک ساعت

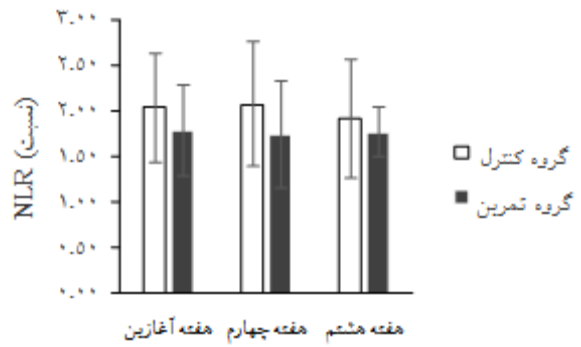
یافته‌ها

و هشتم ($P=0/003$) و نخست و هشتم ($P=0/000$) کاهش معنادار را نشان داد. تغییرات وزن و شاخص توده بدنی بعد از ۸ هفته معنادار نشد ولی بسیار نزدیک به معناداری بود و همچنین از لحاظ عامل زمان هر دو متغییر معنادار شدند. تغییرات شاخص NLR و پلاکت خون در نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است.

نتایج بدست آمده از نوتروفیل، لنفوسیت، شاخص NLR، پلاکت خون، وزن و شاخص توده بدنی (BMI) در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان شاخص NLR پس از ۸ هفته تمرین ورزشی تغییر معناداری نداشت. در میزان پلاکت خون نیز در کل تغییر معناداری مشاهده نشد، اما نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی بین هفته‌های اول و چهارم ($P=0/016$)، هفته چهارم



نمودار ۲. تعداد پلاکت خون در دو گروه تمرین و کنترل



نمودار ۱. نسبت NLR در دو گروه تمرین و کنترل

جدول ۴. متغیرها در سه مرحله پژوهش

متغیر	گروه	هفته آغازین	هفته چهارم	هفته هشتم	P زمان × گروه	P گروه	P زمان																																																								
نوتروفیل (درصد)	تمرین	۴/۳۲±۱/۶۶	۳/۸۱±۱/۳۷	۴/۰۸±۱/۰۷	- / ۱۰۶	- / ۸۵۹	- / ۵۲۸																																																								
	کنترل	۴/۱۲±۰/۶۲	۴/۳۹±۰/۸۵	۳/۹۱±۱/۱۴				لنفوسیت (درصد)	تمرین	۲/۴۶±۰/۰۸	۲/۳۰±۰/۷۶	۲/۳۳±۰/۶۸	- / ۱۷۱	- / ۳۲۴	- / ۵۲۴	کنترل	۲/۱±۰/۳۷	۲/۲۲±۰/۴۴	۲/۱±۰/۳۸	NLR (نسبت)	تمرین	۱/۷۹±۰/۵۱	۱/۷۴±۰/۵۹	۱/۷۷±۰/۲۷	- / ۶۲۸	- / ۱۸۸	- / ۷۳۴	کنترل	۲/۰۴±۰/۰۶	۲/۰۸±۰/۶۸	۱/۹۲±۰/۶۵	پلاکت خون (تعداد در هر میکرو لیتر)	تمرین	۲۳۹۲۱۴/۲۹±۶۶۵۸۱/۴۵	۲۷۳۵۰۰/۰±۵۲۷۷۹/۲۹	۲۷۹۸۱۴/۲۹±۵۶۳۶۰/۶۹	- / ۲۰۱	- / ۲۲۵	- / ۰۰۰*	کنترل	۲۷۸۶۹۲/۳۱±۵۹۰۸۱/۰	۲۹۱۴۶۱/۵۴±۵۰۶۳۲/۰۳	۳۰۷۹۲۳/۰۸±۵۰۳۹۶/۸۷	وزن (کیلوگرم)	تمرین	۷۰/۴۶±۱۰/۱۷	۷۰/۸۷±۱۰/۳۵	۷۰/۶۸±۱۰/۴۸	- / ۰۶۶	- / ۰۴۱*	- / ۰۱*	کنترل	۸۲/۳۱±۱۸/۱۷	۸۲/۹۱±۱۸/۵۶	۸۳/۵۸±۱۸/۵۱	BMI (کیلوگرم / مترمربع)	تمرین	۲۵/۴۱±۱/۷۵	۲۵/۶۲±۱/۶۸	۲۵/۵۳±۱/۶۸	- / ۰۶۹	- / ۰۷۲	- / ۰۲۱*
لنفوسیت (درصد)	تمرین	۲/۴۶±۰/۰۸	۲/۳۰±۰/۷۶	۲/۳۳±۰/۶۸	- / ۱۷۱	- / ۳۲۴	- / ۵۲۴																																																								
	کنترل	۲/۱±۰/۳۷	۲/۲۲±۰/۴۴	۲/۱±۰/۳۸				NLR (نسبت)	تمرین	۱/۷۹±۰/۵۱	۱/۷۴±۰/۵۹	۱/۷۷±۰/۲۷	- / ۶۲۸	- / ۱۸۸	- / ۷۳۴	کنترل	۲/۰۴±۰/۰۶	۲/۰۸±۰/۶۸	۱/۹۲±۰/۶۵	پلاکت خون (تعداد در هر میکرو لیتر)	تمرین	۲۳۹۲۱۴/۲۹±۶۶۵۸۱/۴۵	۲۷۳۵۰۰/۰±۵۲۷۷۹/۲۹	۲۷۹۸۱۴/۲۹±۵۶۳۶۰/۶۹	- / ۲۰۱	- / ۲۲۵	- / ۰۰۰*	کنترل	۲۷۸۶۹۲/۳۱±۵۹۰۸۱/۰	۲۹۱۴۶۱/۵۴±۵۰۶۳۲/۰۳	۳۰۷۹۲۳/۰۸±۵۰۳۹۶/۸۷	وزن (کیلوگرم)	تمرین	۷۰/۴۶±۱۰/۱۷	۷۰/۸۷±۱۰/۳۵	۷۰/۶۸±۱۰/۴۸	- / ۰۶۶	- / ۰۴۱*	- / ۰۱*	کنترل	۸۲/۳۱±۱۸/۱۷	۸۲/۹۱±۱۸/۵۶	۸۳/۵۸±۱۸/۵۱	BMI (کیلوگرم / مترمربع)	تمرین	۲۵/۴۱±۱/۷۵	۲۵/۶۲±۱/۶۸	۲۵/۵۳±۱/۶۸	- / ۰۶۹	- / ۰۷۲	- / ۰۲۱*	کنترل	۲۷/۵۶±۴/۰۱	۲۷/۷۴±۴/۰۸	۲۷/۹۹±۴/۱۴								
NLR (نسبت)	تمرین	۱/۷۹±۰/۵۱	۱/۷۴±۰/۵۹	۱/۷۷±۰/۲۷	- / ۶۲۸	- / ۱۸۸	- / ۷۳۴																																																								
	کنترل	۲/۰۴±۰/۰۶	۲/۰۸±۰/۶۸	۱/۹۲±۰/۶۵				پلاکت خون (تعداد در هر میکرو لیتر)	تمرین	۲۳۹۲۱۴/۲۹±۶۶۵۸۱/۴۵	۲۷۳۵۰۰/۰±۵۲۷۷۹/۲۹	۲۷۹۸۱۴/۲۹±۵۶۳۶۰/۶۹	- / ۲۰۱	- / ۲۲۵	- / ۰۰۰*	کنترل	۲۷۸۶۹۲/۳۱±۵۹۰۸۱/۰	۲۹۱۴۶۱/۵۴±۵۰۶۳۲/۰۳	۳۰۷۹۲۳/۰۸±۵۰۳۹۶/۸۷	وزن (کیلوگرم)	تمرین	۷۰/۴۶±۱۰/۱۷	۷۰/۸۷±۱۰/۳۵	۷۰/۶۸±۱۰/۴۸	- / ۰۶۶	- / ۰۴۱*	- / ۰۱*	کنترل	۸۲/۳۱±۱۸/۱۷	۸۲/۹۱±۱۸/۵۶	۸۳/۵۸±۱۸/۵۱	BMI (کیلوگرم / مترمربع)	تمرین	۲۵/۴۱±۱/۷۵	۲۵/۶۲±۱/۶۸	۲۵/۵۳±۱/۶۸	- / ۰۶۹	- / ۰۷۲	- / ۰۲۱*	کنترل	۲۷/۵۶±۴/۰۱	۲۷/۷۴±۴/۰۸	۲۷/۹۹±۴/۱۴																				
پلاکت خون (تعداد در هر میکرو لیتر)	تمرین	۲۳۹۲۱۴/۲۹±۶۶۵۸۱/۴۵	۲۷۳۵۰۰/۰±۵۲۷۷۹/۲۹	۲۷۹۸۱۴/۲۹±۵۶۳۶۰/۶۹	- / ۲۰۱	- / ۲۲۵	- / ۰۰۰*																																																								
	کنترل	۲۷۸۶۹۲/۳۱±۵۹۰۸۱/۰	۲۹۱۴۶۱/۵۴±۵۰۶۳۲/۰۳	۳۰۷۹۲۳/۰۸±۵۰۳۹۶/۸۷				وزن (کیلوگرم)	تمرین	۷۰/۴۶±۱۰/۱۷	۷۰/۸۷±۱۰/۳۵	۷۰/۶۸±۱۰/۴۸	- / ۰۶۶	- / ۰۴۱*	- / ۰۱*	کنترل	۸۲/۳۱±۱۸/۱۷	۸۲/۹۱±۱۸/۵۶	۸۳/۵۸±۱۸/۵۱	BMI (کیلوگرم / مترمربع)	تمرین	۲۵/۴۱±۱/۷۵	۲۵/۶۲±۱/۶۸	۲۵/۵۳±۱/۶۸	- / ۰۶۹	- / ۰۷۲	- / ۰۲۱*	کنترل	۲۷/۵۶±۴/۰۱	۲۷/۷۴±۴/۰۸	۲۷/۹۹±۴/۱۴																																
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۷۰/۴۶±۱۰/۱۷	۷۰/۸۷±۱۰/۳۵	۷۰/۶۸±۱۰/۴۸	- / ۰۶۶	- / ۰۴۱*	- / ۰۱*																																																								
	کنترل	۸۲/۳۱±۱۸/۱۷	۸۲/۹۱±۱۸/۵۶	۸۳/۵۸±۱۸/۵۱				BMI (کیلوگرم / مترمربع)	تمرین	۲۵/۴۱±۱/۷۵	۲۵/۶۲±۱/۶۸	۲۵/۵۳±۱/۶۸	- / ۰۶۹	- / ۰۷۲	- / ۰۲۱*	کنترل	۲۷/۵۶±۴/۰۱	۲۷/۷۴±۴/۰۸	۲۷/۹۹±۴/۱۴																																												
BMI (کیلوگرم / مترمربع)	تمرین	۲۵/۴۱±۱/۷۵	۲۵/۶۲±۱/۶۸	۲۵/۵۳±۱/۶۸	- / ۰۶۹	- / ۰۷۲	- / ۰۲۱*																																																								
	کنترل	۲۷/۵۶±۴/۰۱	۲۷/۷۴±۴/۰۸	۲۷/۹۹±۴/۱۴																																																											

جدول ۵. درصد تغییرات

متغیر	گروه	بین هفته آغازین و چهارم	بین هفته چهارم و هشتم	بین هفته صفر و هشتم
نوتروفیل (درصد)	تمرین	-۱۱/۸	۷	-۵/۵
	کنترل	۶/۵	-۱۰/۹	-۵
لنفوسیت (درصد)	تمرین	-۶/۵	۰/۸	-۵/۶
	کنترل	۵/۷	-۵/۴	.
NLR (نسبت)	تمرین	-۲/۷	۱/۷	-۱/۱
	کنترل	۱/۹	-۷/۶	-۵/۸
پلاکت خون (تعداد در هر میکرولیتر)	تمرین	۱۴/۳	۲/۳	۱۶/۹
	کنترل	۴/۵	۵/۶	۱۰/۴
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۰/۵	-۰/۲	۰/۳
	کنترل	۰/۷	۰/۸	۱/۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	تمرین	۰/۸	-۰/۳	۰/۴
	کنترل	۰/۶	۰/۹	۱/۵

بحث

مشاهده می‌شود. در ارتباط با این موضوع که در چهار هفته دوم لنفوسیت‌ها در اثر سازگاری به ورزش افزایش یافته‌اند، محققان دیگری نیز این یافته را تایید می‌کنند (۲۵). بنابراین به نظر می‌رسد افزایش لنفوسیت بر اثر مداخله ورزشی نیاز به دوره‌های تمرینی بیش از چهار هفته داشته باشد. وحدت پور و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی که تاثیر هشت هفته تمرین هوازی بر برخی فاکتورهای ایمنی بیماران آرتروز روماتوئید را بررسی کردند و نشان دادند که میزان لنفوسیت‌ها افزایش معنادار نشان داد (۲۵). همچنین قیوم زاده و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی نشان دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی و مداخله‌ای سبک زندگی بر سبب افزایش معنادار لنفوسیت‌ها در افراد مبتلا به اچ.ای.وی می‌شود (۲۶). محققان در پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که ورزش می‌تواند تعداد پیش‌سازهای لنفوسیتی که از استخوان خارج می‌شوند افزایش دهد و به سمت رگ‌های خونی کوچک حرکت کنند (۲۷).

میزان لنفوسیت‌ها در چهار هفته‌ی ابتدایی تمرین ترکیبی کاهش ۶/۵ درصدی را نشان داد. مکانیسم احتمالی کاهش لنفوسیت‌ها در اوایل دوره تمرینی می‌تواند متاثر از تاثیر اسیدوز باشد زیرا که، محققان گزارش کرده‌اند که اسیدوز از تکثیر لنفوسیت‌ها جلوگیری می‌کند (۲۸). هر چند در پژوهش حاضر میزان اسیدوز بیماران اندازه‌گیری نشد، اما علت کاهش یافتن

نتایج بدست آمده از نوتروفیل، لنفوسیت و شاخص NLR بیان‌گر این موضوع بود که گرچه میزان شاخص NLR پس از ۸ هفته تمرین ورزشی کاهش پیدا کرده است، اما مقدار آن از نظر آماری به سطح معناداری نرسیده است. در ارتباط با تحلیل شاخص NLR، از آنجا که این شاخص متاثر از میزان تغییرات دو نشانگر مهم دیگر از جمله نوتروفیل و لنفوسیت می‌باشد، تحلیل هریک از این دو فاکتور می‌تواند به تفسیر نتایج کمک کند. لنفوسیت‌ها نوعی از گلبول‌های سفید خون هستند که در دستگاه ایمنی نقش دارند و برای از بین بردن میکرو ارگانیسم‌های خارجی و جلوگیری از انتشار عفونت‌ها، انتی بادی تولید می‌کنند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان لنفوسیت در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل دارای یک کاهش اولیه در چهار هفته اول و سپس یک افزایش ثانویه در چهار هفته دوم بوده است که در مجموع دارای تغییرات کاهشی ۵/۶ درصدی بوده است، اما مقدار آن از نظر آماری معناداری نبود. در ارتباط با افزایش ثانویه‌ی مقدار لنفوسیت، کارتی و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کرده‌اند که تمرین ورزشی با شدت متوسط قادر است به افزایش لنفوسیت کمک کند (۱۵) که با نتایج چهار هفته‌ای این تحقیق هم‌خوانی ندارد، اما در چهار هفته دوم این افزایش

مقدار این نشانگرها در چهار هفته‌ی ابتدایی تمرین می‌تواند احتمالاً متأثر از این موضوع باشد، که به دلیل اینکه افراد در دوره ریکاوری بیماری بودند و تمرین نکرده بودند. همچنین سطح بالای لاکتات و سایتوکاین‌های التهابی همچون فاکتور نکروز دهنده تومور (TNF α) و اینترلوکین-6 می‌تواند موجب کاهش لنفوسیت‌ها در شرایط پیشرفته بیماری کرونا شوند (۲۹) و از آنجا که هنوز این افراد در دوره‌ی ریکاوری قرار داشتند، کاهش مقدار لنفوسیت‌ها می‌تواند متأثر از این موضوع نیز باشد که باید در پژوهش‌های آینده مورد توجه قرار بگیرند.

میزان شاخص نوتروفیل نیز یکی دیگر از عوامل موثر بر شاخص NLR می‌باشد که نتایج حاکی از آن است که گرچه میزان نوتروفیل در گروه تمرین کاهش ۵/۵ درصدی داشته است، اما مقدار آن از نظر آماری معنادار نبود. همسو با پژوهش حاضر، ون استاویرن و همکاران (۲۰۱۸) و اسپچایرتی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کرده‌اند که تمرین ورزشی مناسب می‌تواند سبب تنظیم نوتروفیل گردد که تغییرات آن به شدت تمرین ورزشی واکنش نشان می‌دهد (۱۶،۱۷)، بنابراین می‌توان بیان داشت که علت معنادار نشدن این فاکتور با وجود روند کاهش آن می‌تواند متأثر از شدت ورزش باشد (۱۶،۱۷). کاهش نوتروفیل‌ها در تحقیق حاضر که با یافته‌های تحقیقات تاکاهشی (۲۰۰۷) هم‌خوانی دارد ممکن است ناشی از عوامل بیرونی و یا عوامل درونی مانند خستگی و درد عضلانی باشد (۳۰). همچنین افزایش فعالیت فاگوسیتوزی نوتروفیل‌ها باعث کاهش تعداد نوتروفیل‌های در گردش خواهد شد. اوج تعداد نوتروفیل‌ها بلافاصله پس از فعالیت ورزشی یا در طولانی مدت نشان از کاهش فعالیت فاگوسیتوزی آن‌ها دارد. بنابراین کاهش تعداد نوتروفیل‌های تحقیق حاضر را می‌توان به افزایش فعالیت فاگوسیتوزی آنها نیز نسبت داد. علاوه بر این با توجه به اینکه میزان نوتروفیل با کورتیزول در ارتباط است و با توجه به پژوهشی که گزارش کرده است تمرین ورزشی ترکیبی متشکل از تمرین قدرتی و سرعتی، باعث کاهش معنی‌داری در غلظت کورتیزول شده است (۱۲)، علت کاهش میزان نوتروفیل نیز می‌تواند متأثر از این امر باشد. لازم به ذکر است که مقدار نوتروفیل‌ها در گروه کنترل نیز کاهش داشته است که به دلیل اینکه افراد در دوره‌ی ریکاوری قرار داشته‌اند و سیستم بدن سعی بر بازگشت به سطح طبیعی (هومئوستاز) دارد، این کاهش در گروه کنترل مشاهده شد.

بنابراین به صورت کلی تغییرات متناوب لنفوسیت تحت تاثیر عوامل ذکر شده از یک سو و تغییر نوتروفیل‌ها تحت تاثیر عوامل بیرونی و درونی مانند خستگی و درد عضلانی، افزایش فعالیت فاگوسیتوزی و ارتباط این مارکر با کورتیزول تحت تاثیر ورزش از سوی دیگر می‌تواند دلیلی بر معنادار نشدن شاخص NLR با وجود روند کاهش مقدار آن باشد.

از سویی دیگر افزون بر لنفوسیت‌ها که جزیی از گلبول‌های سفید خون هستند، یکی دیگر از عوامل موثر در سیستم ایمنی بدن افراد در دوره‌ی ریکاوری تعداد پلاکت‌ها در بیماران می‌باشد. گزارش شده است که کاهش تعداد پلاکت‌ها در بیماران می‌تواند منجر به ترومبوسیتوپنی شود (۹). در فرایند این بیماری سیستم ایمنی بدن پلاکت‌ها را از بین می‌برد و باعث کاهش تعداد آن‌ها می‌شود. در این تحقیق نتایج حاکی از آن بود که پس از هشت هفته تمرین ترکیبی میزان پلاکت خون در افراد تمرین کرده در دوره‌ی ریکاوری ۱۶/۹ درصد افزایش یافته است، اما از نظر آماری به سطح معناداری نرسیده است. مقدار این افزایش در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مقداری ۱/۵ برابری داشته است. این موضوع بیانگر این است که با اینکه سیستم بدن از طریق هومئوستاز باعث افزایش گلبول‌های سفید خون و بازگشت بدن به حالت عادی در دوران ریکاوری بیماری کرونا می‌شود، اما از طریق ورزش می‌توان روند این افزایش و بهبودی را سرعت بخشید. هم‌سو با پژوهش حاضر هاینس و همکاران (۲۰۱۸) و پیترسون و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کرده‌اند که تمرین ورزشی فعالیت پلاکت‌ها را افزایش می‌دهد و سبب تنظیم سطح پلاکت خون می‌گردد (۳۱،۳۲).

همچنین مطالعات نشان می‌دهند که تمرین ورزشی با شدت متوسط با ایجاد سازگاری در زنان و مردان جوان سالم می‌تواند به کاهش چسبندگی و تجمع پلاکتی منجر شود (۳۳). شواهد نشان می‌دهند که چسبندگی و تجمع پلاکتی در پاسخ به فعالیت ورزشی شدید حاد افزایش می‌یابند؛ اما میزان این افزایش بعد از یک دوره تمرین منظم ورزشی کاهش می‌یابد (۳۴). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که فعالیت‌های منظم استقامتی و قدرتی به سازگاری‌هایی در تعداد و عملکرد پلاکت منجر می‌شوند. به عنوان مثال، بروز ترومبوز ناشی از فعالیت استقامتی و قدرتی به ویژه با شدت بالا در افراد تمرین کرده نسبت به افراد تمرین نکرده، کمتر بوده است (۳۵). برخی پژوهش‌ها با هدف بررسی اثر سازگاری ناشی از تمرین منظم

آنتی اکسیدانی نسبت داد (۳۹). باوجود تمام اثرهای مثبت تمرین ورزشی، در صورت قطع تمرین، سازگاری های مفید عملکرد پلاکتی به وضعیت قبل از تمرین بازمی گردند که این امر به خودی خود دلیلی بر اهمیت تمرین ورزشی می باشد. همچنین ما در این تحقیق تغییرات BMI را به عنوان یک متغیر کمکی در نظر گرفتیم که احتمال می رفت منجر به هرگونه فواید درمانی - ورزشی شود. یافته های پژوهش حاضر نشان داد که تغییرات BMI پس از هشت هفته تمرین در گروه کنترل (۱/۵۶ درصد) بیشتر از گروه تمرین (۰/۴ درصد) بود؛ اما از نظر آماری منجر به معنی داری اختلاف بین دو گروه نشد.

نتیجه گیری

در نتیجه یافته های این پژوهش با توجه به تأثیر مثبت نسبی تمرین ورزشی بر شاخص های NLR از طریق دو نشانگر افزایش لنفوسیت و کاهش نوتروفیل و همچنین افزایش پلاکت خون افراد بهبود یافته از بیماری کووید-۱۹ در دوره ریکاوری، توصیه می شود؛ این افراد با انجام تمرین ورزشی و به دنبال آن تقویت سیستم ایمنی بدن به سمت کاهش عوارض ناشی از این بیماری گام بردارند. در این راستا پیشنهاد می شود از تمرینات ورزشی ترکیبی با شدت کم تا متوسط استفاده شود. به هر حال تحقیق حاضر اولین تحقیق با مداخله تمرین ورزشی بر افراد بهبود یافته از بیماری کووید-۱۹ در دوران ریکاوری بود که توصیه می شود در تحقیقات آینده میزان تاثیر پذیری این شاخص ها تحت تاثیر تمرین ورزشی با شدت های متفاوت، صورت گیرد.

ورزشی بر فاکتورهای پلاکتی، نشان داده است که یک دوره تقریباً ۱۰ ماهه آماده سازی و مسابقه فوتبال در بازیکنان حرفه ای فوتبال، به ایجاد تغییرات مثبت در همه شاخص های پلاکتی غیر از پهنای توزیع پلاکتی آنان منجر می شود (۳۶). در پژوهش دیگری، افزایش کمتر در چسبندگی و تجمع پلاکتی بعد از ۱۲ هفته تمرین استقامتی با شدت متوسط مشاهده شد (۳۷).

نتایج پژوهش های انجام شده روی بیماران نیز نتایج مطالعات یاد شده را تأیید می کنند؛ به طوری که کاهش تجمع پلاکتی و بهبود کلی شاخص های پلاکتی بعد از ۱۲ هفته تمرین منظم ورزشی در بیماران با آسیب نخاعی و نیز بیماران مبتلا به فشارخون و اضافه وزن گزارش شده است (۳۸). پژوهشگران از جمله دلایل احتمالی را افزایش پروستاگلندین (PGI2)، نیتریک اکساید (NO) و در نتیجه، افزایش سطوح درون پلاکتی cAMP و cGMP و افزایش انتقال دهنده ال-آرژنین دانسته اند (۳۹)، که این اثرهای مثبت را میتوان هم به سازگاری های انجام گرفته در سطح عروقی به ویژه نوع و میزان ترشح های بافت اندوتلیال و هم به سازگاری های سلولی در خود پلاکت از جمله کاهش تراکم و فعالیت گیرنده های گلیکوپروتئینی مولکولهای چسبان در سطح پلاکت و نیز کاهش حساسیت نسبت به محرک های تحریکی نظیر کاتکولامین ها و ترومبین مرتبط دانست (۳۹). در پژوهشی به منظور مقایسه چهار هفته تمرین هوازی و مقاومتی بر شاخص های انعقادی و فیبرینولیتیک، اثرهای مثبت هر دو نوع تمرین بر این فاکتورها در افراد سالمند مشاهده شدند؛ ولی نتایج نشان داد که تمرین های مقاومتی دارای اثرهای مثبت بیشتری بر عوامل انعقادی PT، PTT و تعداد پلاکت ها هستند (۴۰).

مطالعات نشان داده اند که در میان عوامل اثرگذار بر پاسخ های هماتولوژیک، نوع، شدت و مدت فعالیت از اهمیت ویژه ای برخوردار است، که از میان این سه عامل شدت و مدت ورزش از عوامل اثرگذار بر میزان پلاکت هستند (۳۵). مکانیسم های درگیر در بهبود عملکرد پلاکتی ناشی از تمرین را احتمالاً می توان به افزایش حجم پلاسما و نیز فاکتورهای مختلف مربوط به بهبود ظرفیت قلبی - عروقی و تنفسی در آزمودنی ها، کاهش حساسیت به عوامل تحریکی و فعالیت بیشتر مسیرهای مهاری از جمله فعالیت نیتریک اکساید سنتتاز و فراهمی زیستی نیتریک اکساید، بهبود مسیر اکتو- نوکلئوتیداز پلاکتی، افزایش تولید PGI2 و مسیر cAMP و افزایش دفاع

منابع

1. Khoramipour K, Basereh A, Hekmatikar AA, Castell L, Ruhee RT, Suzuki K. Physical activity and nutrition guidelines to help with the fight against COVID-19. *Sports Med Health Sci.* 2021; 39(1):101-7.
2. Goyal P, Choi JJ, Pinheiro LC, Schenck EJ, et al. Clinical characteristics of Covid-19 in New York city. *NEJM.* 2020.
3. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet.* 2020; 395(10223):507-13.
4. Zhang H, Cao X, Kong M, Mao X, Huang L, He P, et al. Clinical and hematological characteristics of 88 patients with COVID-19. *ISLH.* 2020; 42(6):780-7.
5. Yang A-P, Liu J-p, Tao W-q, Li H-m. The diagnostic and predictive role of NLR, d-NLR and PLR in COVID-19 patients. *Int Immunopharmacol.* 2020;84:106504.
6. Rias YA, Kurniasari MD, Traynor V, Niu SF, Wiratama BS, Chang CW, et al. Synergistic effect of low neutrophil-lymphocyte ratio with physical activity on quality of life in type 2 diabetes mellitus: A community-based study. *Biol Res Nurs.* 2020;22(3):378-87.
7. Pozdnyakova O, Connell NT, Battinelli EM, Connors JM, Fell G, Kim AS. Clinical significance of CBC and WBC morphology in the diagnosis and clinical course of COVID-19 infection. *Am J Clin Pathol.* 2021; 155 (3):364-75.
8. Lippi G, Plebani M, Henry BM. Thrombocytopenia is associated with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19) infections: a meta-analysis. *Clin Chim Acta.* 2020;506:145-8.
9. Connors JM, Levy JH. COVID-19 and its implications for thrombosis and anticoagulation. *Blood.* 2020;135(23):2033-40.
10. Eslamijouybari M, Heydari K, Maleki I, Moosazadeh M, Hedayatzadeh-Omran A, Vahedi L, et al. Neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratios in COVID-19 patients and control group and relationship with disease prognosis. *Caspian J Intern Med.* 2020; 11(1):531.
11. McCarthy D, Dale MM. The leucocytosis of exercise. *Sports Med.* 1988; 6(6):333-63.
12. Samavati Sharif M, Afshari A, Siavoshy H, Keshvary M. The effect of two exercises training on some of immune system markers in adolescent athletes. *JPSBS.* 2016; 4(8):55-65.
13. Moradi AA, Rashid Lamir A, Khajeie R, Zendedel A, Safipour Afshar A. The effect of combined and rehabilitation training on abca1 gene expression in blood lymphocytes and lipid profile in middle-aged men with coronary bypass graft. *JAUMS.* 2020; 20(3):397-409.
14. Arazi H, Damirchi A, Babaei P. Leukocyte subsets redistribution after single and repeated bouts of endurance and resistance concurrent exercises in athletes. *HARAKAT.* 2008.36:107-128.
15. Schauer T, Hojman P, Gehl J, Christensen JF. Exercise training as prophylactic strategy in the management of neutropenia during chemotherapy. *BJP.* 2020.
16. Tauler P, Aguiló A, Cases N, Sureda A, Gimenez F, Villa G, et al. Acute phase immune response to exercise coexists with decreased neutrophil antioxidant enzyme defences. *Free Radic Res* 2002; 36(10):1101-7.
17. Baria MR, Miller MM, Borchers J, Desmond S, Onate J, Magnussen R, et al. High intensity interval exercise increases platelet and transforming growth factor- β yield in platelet-rich plasma. *PM&R.* 2020;12(12):1244-50.
18. Zadow EK, Wundersitz DWT, Hughes DL, Adams MJ, Kingsley MIC, Blacklock HA, et al., editors. Coronavirus (COVID-19), coagulation, and exercise: interactions that may influence health outcomes. Seminars in thrombosis and hemostasis; 2020: Thieme Medical Publishers, Inc.
19. Greenhalgh T, Knight M, Buxton M, Husain L. Management of post-acute covid-19 in primary care. *BMJ.* 2020; 370.
20. Zhao Y-m, Shang Y-m, Song W-b, Li Q-q, Xie H, Xu Q-f, et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. *E Clin Med.* 2020; 25:100463.
21. Vacha-Haase T, Thompson B. How to estimate and interpret various effect sizes. *J Couns Psychol.* 2004;51(4):473.
22. Lau HM-C, Ng GY-F, Jones AY-M, Lee EW-C, Siu EH-K, Hui DS-C. A randomised controlled trial of the effectiveness of an exercise training program in patients recovering from severe acute respiratory syndrome. *Aust J Physiother.* 2005; 51(4):213-9.
23. Basereh A, Ebrahim K, Hovanloo F, Dehghan P, Khoramipour K. Effect of blood flow restriction deal during isometric exercise on growth hormone and testosterone active males. *J Sport Exerc Psychol.* 2017;9(33):51-68.
24. Liu Y, Du X, Chen J, Jin Y, Peng L, Wang HH, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio as an independent risk factor for mortality in hospitalized patients with COVID-19. *J. Infect.* 2020; 81(1): 6-12.
25. Shapoorabadi YJ, Vahdatpour B, Salesi M, Ramezani H. Effects of aerobic exercise on hematologic indices of women with rheumatoid arthritis: A randomized clinical trial. *IUMS.* 2016; 21.
26. Ghayomzadeh M, Asadollahi-Amin A, SeyedAlinaghi S, Gharakhanlou R, Mohraz M. Effects of resistance training and lifestyle modification on TCD4+ cell count and body composition of HIV+ patients. *Majallahi Danishgahi Ulumi Pizishkii Mazandaran.* 2019;29(173):40-9.
27. Shen B, Tasdogan A, Ubellacker JM, Zhang J, Nosyreva ED, Du L, et al. A mechanosensitive peri-arteriolar niche for osteogenesis and lymphopoiesis. *Nat.* 2021; 591(7850):438-44.

28. Damgaci S, Ibrahim-Hashim A, Enriquez-Navas PM, Pilon-Thomas S, Guvenis A, Gillies RJ. Hypoxia and acidosis: immune suppressors and therapeutic targets. *Immunol.* 2018; 154(3):354-62.
29. Tan L, Wang Q, Zhang D, Ding J, Huang Q, Tang Y-Q, et al. Lymphopenia predicts disease severity of COVID-19: a descriptive and predictive study. *Signal Transduct Target Ther.* 2020;5(1):1-3.
30. Takahashi I, Umeda T, Mashiko T, Chinda D, Oyama T, Sugawara K, et al. Effects of rugby sevens matches on human neutrophil-related non-specific immunity. *Br J Sports Med.* 2007;41(1):13-8.
31. Hvas A-M, Neergaard-Petersen S, editors. Influence of exercise on platelet function in patients with cardiovascular disease. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*; 2018: *Thieme Medical Publishers.*
32. Haynes A, Linden MD, Robey E, Naylor LH, Ainslie PN, Cox KL, et al. Beneficial impacts of regular exercise on platelet function in sedentary older adults: evidence from a randomized 6-mo walking trial. *J. Appl. Physiol.* 2018; 125(2):401-8.
33. Tabet J-Y, Meurin P, Driss AB, Weber H, Renaud N, Grosdemouge A, et al. Benefits of exercise training in chronic heart failure. *Arch Cardiovasc Dis.* 2009;102(10):721-30.
34. Walsh JH, Bilsborough W, Maiorana A, Best M, O'Driscoll GJ, Taylor RR, et al. Exercise training improves conduit vessel function in patients with coronary artery disease. *J. Appl. Physiol.* 2003;95(1):20-5.
35. El-Sayed MS, Ali N, Ali ZE-S. Aggregation and activation of blood platelets in exercise and training. *Sports Med Health Sci.* 2005;35(1):11-22.
36. Rezaeimanesh D, Ahmadizad S, Ebrahim K. The effect of preparation periods and matches on the rest levels of platelet indexes, fibrinogen and CRP index in soccer professional players. *J Sport Exerc Psychol.* 2016; 8(31):135-52.
37. Gonzales F, Manas M, Seiquer I, Quiles J, Mataix F, Huertas J, et al. Blood platelet function in healthy individuals of different ages. Effects of exercise and exercise conditioning. *JSMP.* 1996; 36(2):112-6.
38. Wang J-S, Jen CJ, Chen H-I. Effects of chronic exercise and deconditioning on platelet function in women. *J. Appl. Physiol.* 1997; 83(6):2080-5.
39. De Meirelles L, Mendes-Ribeiro A, Mendes M, Da Silva M, John Clive Ellory J, Mann G, et al. Chronic exercise reduces platelet activation in hypertension: upregulation of the l-arginine-nitric oxide pathway. *SJMSS.* 2009; 19(1):67-74.
40. Amouzade Mahdiraji H, Mojtaba M, Fadaei S. Comparison of the effect of four weeks of resistance and aerobic training on coagulation and fibrinolytic factors in passive elderly men. *Med J Mash Uni Med Sci.* 2013; 56(3):150-8.

The effect of 8 weeks of combined training during recovery on NLR and platelet count of people recovering from Covid-19 disease

Hamid Rajabi*¹, Mohammad Rahimi², Soheila Binabaji², Aref Basereh³

1. Professor, Department of Exercise Physiology, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. M.S, Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Ph.D. in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Received: 2022/07/22

Accepted: 2022/08/04

Abstract

*Correspondence:
Email:
hrajabi@khu.ac.ir

Introduction and purpose: Impaired Neutrophil-Lymphocyte Ratio (NLR) index and blood platelet count and its persistence are one of the complications of Covid-19 disease. Exercise with appropriate metabolic and mechanical pressure (combined training) is a regulatory factor for the Neutrophil-Lymphocyte Ratio (NLR) index and increases platelets. The aimed of this study was to investigate the effect of a combined training course during the recovery period on the NLR index and platelets of a patient's recovery from Covid-19 disease.

Materials and methods: 27 recuperate individuals from Covid-19 disease (with a mean age of 35 ± 7 years and BMI of 26.48 ± 3.18 kg/m²) by the matching method in two groups of combined training (N=14) and control group (N=13) were located. Exercises group performed combined exercises 3 sessions per week for 8 weeks. Before the first training session and 24 hours after the last training session of the fourth and eighth weeks, blood samples were taken from the subjects. Repeated measures ANOVA and Bonferroni post hoc test was used for examining data at the significance level of $P < 0.05$.

Results: The level of NLR index and blood platelets after 8 weeks of combined training, although there was a partial improvement, they were not statistically significant ($P > 0.05$). Bonferroni test showed that the effect of time between all weeks was significant ($P < 0.05$). Also, changes in weight and BMI were not significant ($P > 0.05$).

Discussion and Conclusion: It seems that combined sports training can to some extent boost and rev the return of the body's immune system to its normal state in people who have recovered from Covid-19.

Key words: Covid-19 disease, Combined exercise, Recovery, NLR index, Blood platelets.